

Zusammenfassung:

1. Das Entstehen und das Wachstum der kollagenen Fibrillen ist ein organisch-synäretischer Vorgang, welcher sowohl bei der Entwicklung des Organismus wie bei der Bildung des jungen Wundgewebes statt hat.

2. Die verschiedenen spezifischen Eigenschaften der Stützgewebe, wie Binde-, Zug-, Druck- und Abnutzungsfestigkeit, sind Funktionen des kolloiden Zustandes des Gewebekollagens und seiner Mischlinge, des Chondrins, Osseins usw. Der Kolloidzustand des tierischen Kollagens ist als fest bis fest-weich zu bezeichnen.

3. Die Grundsubstanzen der Stützgewebe müssen bei der Wundheilung erweichen (quellen), da für die organische Vereinigung nur der Zustand des weichsten Gels oder der kolloiden Lösung in Betracht kommt; damit geht der hohe Grad der Verfestigung der sogenannten paraplasmatischen Substanzen verloren und von Festweich, über Weich zum Flüssig. Erst in letzterer Konsistenz sind Kolloide heilfähig.

Umgekehrt geht der Zustand des in den jungen Bildungszellen aufgespeicherten Gewebekollagens bei der Heilung oder Vernarbung wieder von Weich bis zum Fest. Die Anbildung der spezifischen Grundsubstanzen zwischen den Zellen geschieht durch Entquellung oder Synäresis. Das Extrem des synäretischen Bestrebens des Kollagens stellt sich in der Narbenkontraktur dar.

Die in der Längsrichtung der kollagenen Fibrillenbündel wirksame „kontrahierende“ Komponente der Synäresis, oder der Narbenzug, kann als eine besondere mechanische Funktion des Narben-Stützgewebes angesprochen werden.

4. Die indirekten Folgen der mechanischen Einwirkung bei der Wundsetzung, insbesondere die im Wundgewebe einsetzende Säurestauung und Säurebildung, bedingen das Einsetzen der Quellungsvorgänge. Umgekehrt führt der Rückgang der Säurestauung mit dem Eintreten normaler Blutversorgung zur Entquellung in dem bis dahin sehr wasserreichen jungen Narbengewebe.

Rhythmische Diffusions-Strukturen in Gelatine-Salz-Gallerten.

III. Mitteilung.

Von W. Moeller (Hamburg).

(Eingegangen am 19. April 1918.)

In der zweiten Mitteilung über obigen Gegenstand¹⁾ hatte ich die Beziehungen der Diffusions-Strukturen zu den Gerbvorgängen besprochen und bei dieser Gelegenheit auch auf die Untersuchungen von Bütschli hingewiesen, welcher die Strukturen von Gelatinegallerte unter Einwirkung von gerbenden Verbindungen, wie z. B. Chromsäure, mikroskopisch beobachtete. Bütschli spricht die von ihm beobachteten Strukturen als wabenartig an.

Diese Anschauung halte ich auf Grund meiner früheren Untersuchungen für irrig, da infolge der Einwirkung der gerbenden Substanzen die in der Gallerte vorhandenen Fibrillen-Strukturen eine Verdrillung erfahren und in dieser Form eine wabenartige Beschaffenheit vortäuschen. Es ist aber ganz verständlich, daß Bütschli feinere Strukturen und deren Veränderung infolge Einwirkung der gerbenden Substanzen mit den damaligen mikroskopischen Hilfsmitteln nicht verfolgen und dementsprechend auch nicht erklären konnte. Es muß zugegeben werden, daß die bei Einwirkung von gerbenden Ver-

bindungen auf Gallerten erhaltenen Strukturen, besonders die infolge Zusammenrollens von Fibrillen entstehenden groben Maschennetze wabenartige Beschaffenheit des Systems erzeugen können. Mit einem wirklichen Waben-System haben aber diese Strukturen gar nichts zu tun und muß man daher auch die Bütschli'sche Bezeichnung lediglich als einen Vergleich betrachten. Ich bin vielmehr der Ansicht, daß es sich bei der Gelatinierung um eine Art Kristallisationsprozeß handelt, wie dieses schon des öfteren von vielen Seiten ausgesprochen worden ist.

Die gebildeten Kristalle sind von fadenförmiger Beschaffenheit nach Art der Mizellarverbände Nägeli's und durchziehen in allen möglichen Richtungen die Gallerte, so daß eine Art Netzstruktur zustande kommt. Die Zwischenräume dieser Netzstruktur sind mit dem weiteren Abbauprodukt der Gelatine ausgefüllt, deren Lichtbrechungsvermögen nicht wesentlich von demjenigen der α -Gelatine abweicht. Von dem natürlichen Bindegewebe unterscheidet sich die Gelatine nur dadurch, daß in dem ersteren die Fibrillen nach einer bestimmten Richtung parallel angeordnet sind und außerdem die β -

¹⁾ W. Moeller, Koll.-Zeitschr. 22, 155 (1918).

Gelatine nicht vorhanden ist, so daß die Kittsubstanz, wie sie in der Gallerte in den Zwischenräumen vorhanden ist, fehlt.

Daß die Bindegewebsfibrille der Hautfaser durch eine Art Kristallisationsprozeß entstanden sein könnte, wurde schon von Baur²⁾ ausgesprochen. Später hat v. Ebner³⁾ die Frage aufgeworfen, ob die durch Zug oder Druck aus kolloiden Substanzen entstehenden Fibrillen als nadelförmige Kristalle anzusprechen sind.

Ich habe mich dieser letzteren Auffassung angeschlossen, jedoch mit dem Zusatz, daß auch die Gallerte schon im ruhenden Zustande, ganz unabhängig davon, ob ein Zug oder Druck stattfindet, Kristallnadeln von fadenförmiger Beschaffenheit enthält. Die Wirkung des Zuges oder Druckes besteht lediglich darin, daß die vorher in allen möglichen Richtungen netzartig die Gallerte durchziehenden Fibrillen in größerer Anzahl gleichgerichtet werden.

Eine weitere Veränderung können die Fibrillen in ihrer Struktur und Lage noch dadurch erfahren, daß man sie der Einwirkung gerbender Substanzen aussetzt.

Infolge der Ein- und Zwischenlagerung der ausgeschiedenen gerbenden Substanzen, sei es in den Zwischenräumen oder in den Mizellarverbänden der Fibrillen, erfahren die Fibrillen selbst eine Lagenveränderung und gleichzeitig auch eine Verdrehung, wodurch mehrere Fibrillen zu Komplexen zusammengeschlossen werden und diese schon bei der gewöhnlichen mikroskopischen Betrachtung sichtbar werden können.

O. Bütschli⁴⁾ bediente sich als Objekt zur Erklärung für das Vorhandensein der angeblichen Wabenstruktur in der Gallerte bzw. der aus Gelatinefäden bei der Dehnung erscheinenden Kreuzstreifungen gewöhnlicher Tüllstreifen, die bei der Dehnung ähnliche Kreuzstreifen zeigen sollten wie die von ihm beobachteten Strukturen.

Ich habe Versuche in ähnlicher Richtung unternommen und auch weitere Versuche mit anderen künstlichen Geweben gemacht, um damit die von mir beobachteten rhythmischen Diffusions-Strukturen bei Gerbvorgängen in Gallerte zu erklären. Ein solches Verfahren erschien mir der Wirklichkeit entsprechend und einfacher als eine geometrische Darstellung.

²⁾ Baur, Die Entwicklung der Binde substanz (Tübingen 1858), 20.

³⁾ v. Ebner, Untersuchungen über die Ursache der Anisotropie organisierter Substanzen (Leipzig 1882), 229.

⁴⁾ O. Bütschli, Untersuchungen über Struktur usw. (Leipzig 1893), 193.

Dehnt man einen Tüllstreifen in der Art, wie Bütschli ihn verwendete, und zwar in Form eines schmalen Streifens, so erhält man keine Kreuzstreifung wie Bütschli beobachtete, sondern eine Querstreifung (Fig. 1).

Diese Querstreifung kommt dadurch zustande, daß die Kreuzungsstellen sich mehr und mehr bei der Dehnung aneinanderlagern und so abwechselnd dichte und weite Partien in den Streifen entstehen, in ähnlicher Art etwa, wie ich solche Strukturen bei der Dehnung eines mit Wasserdämpfen erweichten Gelatinefadens erhielt⁵⁾.

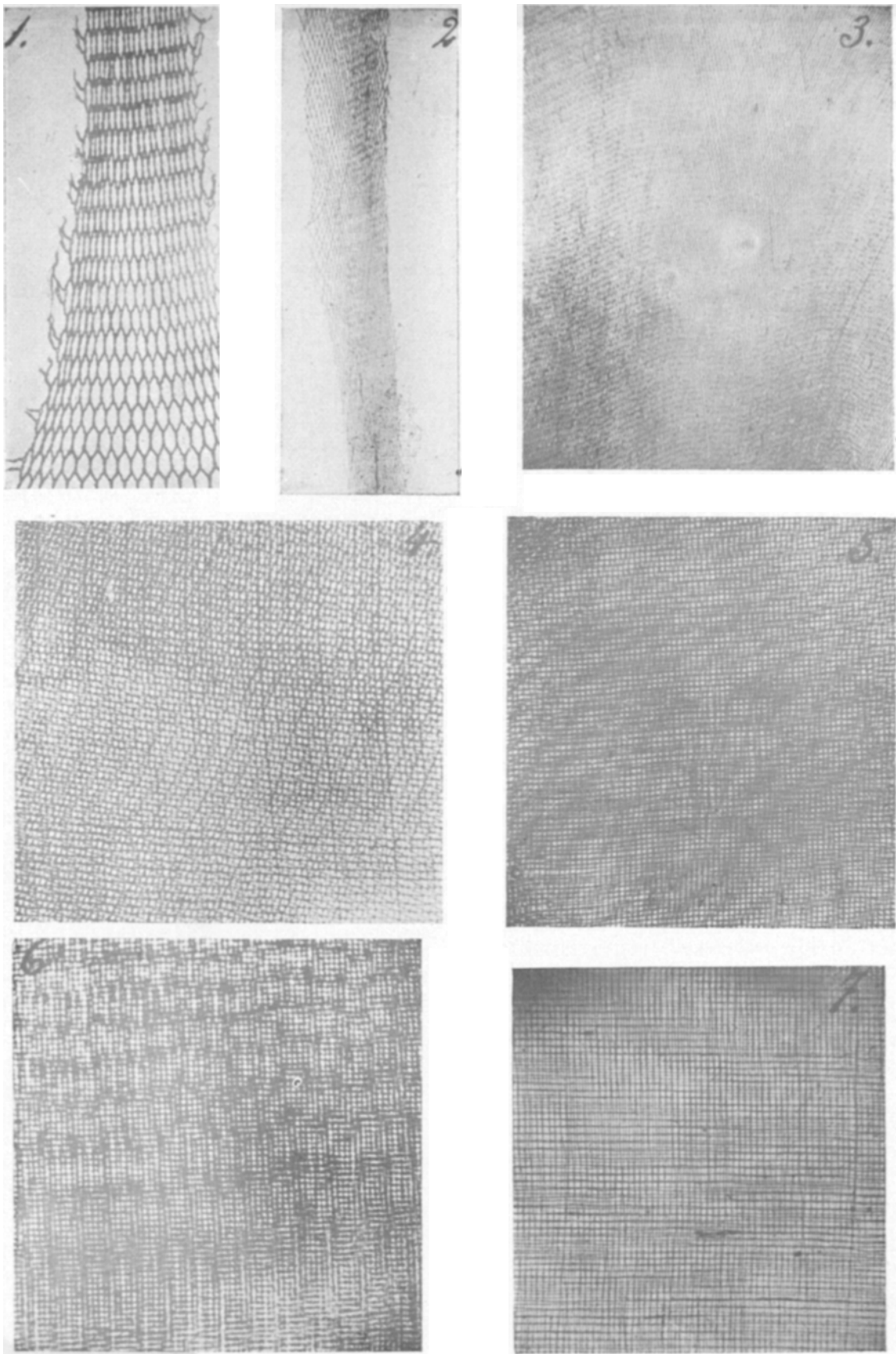
Da nun aber nach meiner Auffassung die Gelatinegallerte nicht aus einem Wabengerüst, sondern aus fibrillenartigen Kristallnadeln bestehen, die in allen möglichen Richtungen die Gallerte durchziehen und sie netzartig durchkreuzen, so entspricht die Tüllstruktur nicht einer solchen Netzlage, sondern ein einfaches Gewebe von Glasbatist oder Chiffon käme einer solchen Struktur in einfacher Lage viel näher.

Bei Dehnung eines schmalen Streifens eines solchen Gewebes in der Richtung der Diagonale entstehen nun zwar anfangs schiefgekreuzte Lagen, und zwar in viel deutlicherer Form als Bütschli bei den Tüllstreifen beobachtete (Fig. 2), aber bei weiterer Dehnung kann man beobachten, daß auch hier infolge Aneinanderlagerung der dichteren Kreuzungsstellen die bei den Tüllversuchen erwähnten Querstreifen entstehen, nur in viel feinerer Form. Die Vorliebe, welche Bütschli bei seinen Versuchen für die Tüllgewebe hegte, ist vielleicht daraus zu erklären, daß nur diese Form des Maschenwerkes mit einer Wabenstruktur in Einklang zu bringen ist.

Verwendet man einen breiteren Chiffonstreifen, so erscheinen die Querstreifungen bei der Dehnung in der Diagonale in Form von gewellten Liniensystemen, die deutlich an die feinen Diffusionslinien und Wellen erinnern, wie man sie bei bestimmten Diffusionsversuchen von Silbernitrat in chlorhaltiger Gelatine erhält (Fig. 3).

Daraus ergibt sich, daß schon in Geweben mit einer Lage Liniensysteme infolge Spannung entstehen können, die sich aus abwechselnd dichteren und weiteren Maschen zusammensetzen. Das Bild ändert sich aber wesentlich, sobald man nicht mit einer Netzlage der Gewebe, sondern mit zwei oder mehreren übereinandergelegten Gewebeschichten arbeitet. Auf

⁵⁾ Koll.-Zeitschr. 19, 218—219 (1916).



diese Weise erhält man diejenigen bekannten Strukturen, die auch zur Erzielung gewisser Effekte bei künstlichen Geweben, z. B. Moiré, auf andere Art durch Bedrucken hervorgebracht werden und die in vieler Beziehung an die rhythmischen Erscheinungen in Gallerte erinnern. Meines Erachtens sind die rhythmischen Vorgänge in Gallerten dem Prinzip nach auf dieselbe Ursache zurückzuführen, nämlich auf die Bildung dichter oder weiterer Maschenpartien infolge regelmäßiger Uebereinanderlagerung von Kreuzungsstellen und Maschenöffnungen. Ich werde das an Hand einiger Abbildungen zu erläutern versuchen.

Legt man zwei Gewebeschichten von Chiffon in genau dem gleichen Winkel so übereinander, daß die Kreuzungsstellen und Maschenöffnungen sich genau decken, so wird man keine Strukturen beobachten, sondern die Maschenöffnungen bilden regelmäßige Quadrate in Form eines Gitters, so daß, wenn man eine Substanz zwischen diesen verteilen würde, ein homogenes Bild erhalten werden müßte.

Ein ähnliches, ebenfalls homogenes Bild des Maschennetzes erhält man, wenn man die beiden Gewebelagen so gegeneinander verschiebt, daß die Fäden sich genau im Winkel von 45° kreuzen. Die Oeffnungen stellen in diesem Falle keine Quadrate, sondern Dreiecke dar.

Ich setze voraus, daß einer dieser Fälle dem gewöhnlichen Ruhestande der Gallerte entspricht. Das Bild ändert sich aber sofort, sobald man die weiten Gewebelagen auch nur um einen sehr kleinen Winkel ihrer Kreuzungsfäden gegeneinander verschiebt. Je nach Größe des Verschiebungswinkels entstehen die bekannten rhythmischen Strukturen in Form von abwechselnd dichten und weiten Maschenlinien, deren Breite und Dichtigkeit der Maschenöffnungen vollkommen vom Kreuzungswinkel abhängig sind. Die Grenze dieses Winkels liegt bei 45° und innerhalb dieser verhältnismäßig kleinen Winkelschwankung von $0-45^\circ$ sind die ausgedehntesten Möglichkeiten für feine und grobe Strukturen gegeben.

Fig. 4 stellt die Lage der beiden übereinandergelegten Gewebepartien in einem solchen Kreuzungswinkel dar, der sich der Größe von 45° nähert.

Entsprechend der Maschenweite des Gewebes sind die entstandenen rhythmischen dichten und weiten Liniensysteme in demjenigen Feinheitsgrad vorhanden, wie sie bei den vorhandenen Dimensionen der Maschenweite möglich sind.

Es ergibt sich daraus das Gesetz, daß die Breite der Liniensysteme umgekehrt proportionalist der Größe des Kreuzungswinkels. Vorausgesetzt, daß die entstehenden Linien aus dichten und weiten Maschenpartien scharf abgegrenzte Liniensysteme bilden, müßte man aus diesen die Maschenweite des Gewebes berechnen können. Tatsächlich stellen ja aber diese Liniensysteme keine scharf abgegrenzten Strukturen dar, sondern enge und weite Zwischenräume, die allmählich ineinander übergehen. Keine der Oeffnungen stellt aber, wie in der ersten Lage, ein vollkommenes Quadrat dar, sondern die weiten Oeffnungen sind von vielfach gekreuzten Linien begrenzt, während die engen Zwischenräume kleine Dreiecke bilden.

Verringert man die Größe des Kreuzungswinkels, so werden die Schichtungen breiter (Fig. 5) und man kann nunmehr deutlicher die Form der Zwischenräume beobachten.

Es finden sich unter den Zwischenräumen nunmehr schon solche, die fast vollkommen quadratisch sind und allmählich in unregelmäßige kleinere Vierecke übergehen, bis schließlich in den dichteren Partien ebenfalls spitze Dreiecke vorhanden sind.

Die vorliegenden Strukturen waren unter Benutzung von sehr feinem Chiffon dargestellt worden. Nimmt man aber den gröberen Glasbatist, bei dem die Fäden entsprechend stärker und die Zwischenräume enger sind, so wird die Struktur im allgemeinen dichter und die Schichtungen um so deutlicher.

Fig. 6 stellt ein solches Strukturbild dar, bei dem die beiden Gewebelagen in einem sehr spitzen Winkel gegeneinander verschoben sind. Da nun die Fäden selbstverständlich keine starren Gebilde darstellen, sondern biegsam sind, so kann der Kreuzungswinkel an dem einen Ende erheblich von demjenigen am anderen Ende des Gewebes abweichen. Dadurch kommt eine allmähliche Vergrößerung der rhythmischen Struktur von dem einen nach dem anderen Ende zustande, und auf diese Weise erklärt sich die starke Schwankung in der Größe der Schichtungen untereinander.

Aber noch eine weitere wichtige Erscheinung ist dabei zu beobachten, indem neben den großen rhythmischen Liniensystemen auch kleine Rhythmen auftauchen, besonders in den hellen Maschenpartien, welche dadurch zustande kommen, daß die gekreuzten Fäden sich bis zu einer gewissen Strecke fast genau übereinanderlegen und dadurch wiederum dichte Partien innerhalb der großen Zwischenräume bilden.

Fig. 7 stellt zwei übereinandergelegte Chiffon-gewebe dar, bei welchen der Kreuzungswinkel außerordentlich spitz ist und sich fast 0° nähert. Die Zwischenräume bilden nunmehr fast vollkommene Quadrate und die Breite der dichten und weiten Partien ist im Verhältnis sehr groß.

Es ergibt sich ferner aus diesen Strukturen, daß die Richtung der Liniensysteme von der Kreuzungsrichtung abhängig ist und diese gewöhnlich in der Richtung der Diagonale verlaufen.

Aus diesen Strukturen ergeben sich nun die verschiedenartigsten Möglichkeiten, sobald man nicht, wie in den vorliegenden Fällen mit den an und für sich starren Fäden der künstlichen Gewebe arbeitet, sondern es möglich wäre, Gewebe aus an sich dehnbaren Fäden herzustellen, wie ich es bei der Gallerte voraussetze und außerdem durch irgend welche Einflüsse eine Verschiebung dieser Fäden gegeneinander hervorrufen könnte.

Wäre es beispielsweise möglich, an irgend einem Punkt dieser Gewebe eine zentrale Spannung zu erzeugen, analog derjenigen, wie sie bei Diffusion von sauren Verbindungen in Gallerte vor sich geht, so müßten zweifellos Ringssysteme und keine parallelen Linien entstehen, in der Art, wie sie bei den rhythmischen Ringssystemen bei Versuchen von Silbernitrat in Gallerte gefunden worden sind.

Eine weitere Variation und Veränderung würde sich auch noch aus den Torsionserscheinungen ergeben, die vor sich gehen, wenn eine Einlagerung von Substanzen in dem Mizellarverband der Fibrille angenommen wird.

Es sind das alles zweifellos Ursachen, die bei der Bildung von künstlichen Sphäriten, Querstreifungen, Spiralen und sonstigen anormalen Verzweigungen bei den rhythmischen Diffusionsstrukturen beobachtet worden sind.

Für die Erklärung der rhythmischen Strukturen und Ablagerung von Salzen in Gallerte ergibt sich aus diesen Versuchen die schon in den früheren Mitteilungen erwähnte Theorie:

Im ruhenden Zustande stellt die Gallerte ein aus fadenförmigen Kristallnadeln bestehendes netzartiges Gitterwerk dar.

Wirken auf dieses Kristallnadelsystem irgend welche chemischen oder gerbenden Verbindungen ein, so treten die mannigfaltigsten Verschiebungen der einzelnen Netzlagen gegeneinander ein. Bei den meisten zu diesen Versuchen angewandten chemischen Verbindungen bewirkt infolge hydrolytischer Spaltung die voraussetzende Säure diese Verschiebung und die Struktur wird auf diese Weise präformiert, ohne zunächst sichtbar zu

sein. Die nachfolgenden kolloiden Teilchen kommen in den Zwischenräumen zur Abscheidung und Ablagerung, während die weiter nachdiffundierenden noch nicht hydrolysierten Salze ungehindert auch durch die dichteren Partien bis zum nächsten Zwischenraum gelangen können, um hier ebenfalls im hydrolysierten Zustand zur Ablagerung zu kommen.

Aus den oben gegebenen Versuchen mit künstlichen Geweben geht hervor, daß selbst ultramikroskopisch feine Netzwerke bei entsprechender Verschiebung der Netzflächen gegeneinander zu makroskopisch sichtbaren Liniensystemen und Flächen bzw. Ablagerungsschichten führen können. Selbst bei den feinsten Geweben sind die Schwankungen der Größenverhältnisse der Schichten außerordentlich weitgehend, wie man sich leicht durch Versuche mit künstlichen Geweben überzeugen kann.

Die Ursache der Verschiebung kann verschiedenartig sein. Es ist möglich, daß schon ohne irgend welche Torsionserscheinungen in den Fibrillensystemen durch einfache Spannung der Netze von einem Spannungszentrum aus eine Verschiebung eintreten kann, oder es kann durch Einlagerung oder durch Eintreten von chemischen Verbindungen in das Mizell eine Drehung der Fibrille um ihre Achse stattfinden. Die bisher unaufgeklärte Ursache, weshalb die rhythmischen Erscheinungen in Gallerten nicht immer, sondern rein zufällig entstehen, findet ihre Erklärung ebenfalls in der vorliegenden Theorie.

Geschieht nämlich die Verschiebung der Netzflächen soweit, daß wieder einer der beiden erwähnten Fälle von homogenen Maschenbildungen eintritt, so kann es selbstverständlich nicht zur Bildung von Rhythmen kommen.

Es bleibt noch die Frage offen, was mit den senkrecht zur Diffusionsebene verlaufenden Fibrillennetzen geschieht, doch ist meines Erachtens die Erklärung hierfür sehr leicht gegeben.

Es kann sich dabei entweder um ein einfaches Umklappen im Sinne eines Raumgitters bei Kristallstrukturen handeln oder um eine Einwicklung und Zusammenschluß mit den senkrecht dazu verlaufenden Fibrillenkomplexen in der Diffusionsebene. Es muß jedenfalls angenommen werden, daß tatsächlich nur die parallel zum Diffusionsstrom oder zur Spannungsrichtung verlaufenden Fibrillennetze bei Bildung dieser rhythmischen Strukturen in Aktion treten.

Strukturen, welche mit den durch Ueber-einanderlegen von künstlichen Geweben oder

auch durch Dehnung derselben entstandenen große Aehnlichkeit haben, findet man vielfach bei den in der Natur vorkommenden organischen und anorganischen Bildungen vertreten. Am typischsten vertreten ist diese Struktur bei Längsschnitten durch verholzte Membrane, wie man sie auf gehobelten Holzplatten sehr schön beobachten kann. Wislicenus^{*)} hat eine Theorie der Verholzung bei den pflanzlichen Faserstoffen auf kolloidchemischer Grundlage aufgestellt, und läßt sich eine gewisse Aehnlichkeit bei diesen Vorgängen mit den rhythmischen Erscheinungen in Gallerten nicht abstreiten. Auch bei dem Verholzungsprozeß wird man demnach die Ab- und Einlagerung der ausgeschiedenen Substanzen in Form kolloider Partikelchen in abwechselnd dichten und weiten Schichten verfolgen können.

Bei diesen Diffusionsvorgängen ist es zur Erzeugung der Strukturen vollkommen gleichgültig, ob eine der reagierenden Verbindungen in den gallertartigen Substanzen bereits vorher

gleichmäßig verteilt war, oder ob es sich nur um eine Verbindung handelt, die infolge hydrolytischer Spaltung in zwei Verbindungen zerlegt wird. In allen Fällen tritt bei Verschiebung der Netzstruktur innerhalb der Gallerte auch eine entsprechende Verteilung dieser Flüssigkeiten in dem Maße ein, wie auch die Zwischenräume gebildet werden. Der Mizellarverband der Fibrille ist für kolloide Bestandteile undurchlässig und nur für molekulardisperse Bestandteile passierbar.

Die zwischengelagerte strukturlose β -Gelatine, welche demnach auch die gelösten Stoffe enthält, ist für alle Bestandteile gleich gut durchlässig. Nur in solchen Fällen, wo eine chemische Reaktion zwischen diesen Spaltungsprodukten der Gelatine und den zugefügten Agentien stattfindet, können Abweichungen von der gegebenen Theorie eintreten.

Die weitere Erklärung der verschiedenartigsten rhythmischen Erscheinungen auf Grund der vorliegenden Theorie werde ich mir in einer späteren Arbeit vorbehalten.

^{*)} Wislicenus, Koll.-Zeitschr. 6, 17 (1910).

Ueber das Zeitgesetz des kapillaren Aufstiegs von Flüssigkeiten.

Von Richard Lucas (Gera, Reuß).

(Eingegangen am 10. April 1918.)

Die bekannte von Schönbein gemachte Entdeckung, daß gewisse in Wasser gelöste Stoffe ein ungleich großes Wanderungsvermögen in ungeleimtem Papier besitzen, daher in Filtrierpapierstreifen verschieden hoch steigen und auf diese Weise getrennt werden können, bildet die Grundlage der heutigen Kapillaranalyse. Daß das Ziel, ein allgemein gültiges Gesetz über diese außerordentlich empfindliche Analysenmethode aufzustellen, heute noch nicht erreicht worden ist, erscheint nicht allzu verwunderlich angesichts der Kompliziertheit des Phänomens. Hängt doch allein die Geschwindigkeit und die Höhe des Aufstiegs von mehreren Faktoren ab. Das kapillare System, als welches man Filtrierpapier ja aufzufassen hat, wirkt ferner als disperses Gebilde mit sehr großer Oberfläche. Es findet Adsorption statt, die zu Konzentrationsänderungen in der Lösung, resp. zu Ausscheidungen der gelösten Stoffe entsprechend ihrer besonderen stofflichen Zusammensetzung führt, während das Lösungsmittel weiter wandert. Sind die in der Lösung befindlichen Stoffe kolloider Natur, so können beim Aufsteigen der Flüssigkeit durch Strömungsströme hervorgerufene elektromotorische Kräfte in Wirksamkeit treten, Entladung der positiv geladenen Teilchen

bewirken und damit Ausfällung veranlassen; u. a. m.

Etwas einfacher gestalten sich die Verhältnisse, wenn Flüssigkeiten kapillarisiert werden, die keine gelösten Stoffe enthalten. Die Abhängigkeit der Steighöhe einer einheitlichen Flüssigkeit von der Zeit läßt sich dann recht gut durch eine von Wo. Ostwald¹⁾ rein empirisch gefundene Formel wiedergeben, welche lautet:

$$\left. \begin{aligned} h &= K \cdot t^m, \text{ bezugswise} \\ h \frac{1}{m} &= k \cdot t; \end{aligned} \right\} I_b$$

wobei h die von der Flüssigkeit in der Zeit t zurückgelegte Aufstiegstrecke und m und K , resp. k Konstanten sind.

Wie ersichtlich, enthält jedoch die Formel die maximale Steighöhe, die doch zweifellos vorhanden ist, nicht. Dies allein schon läßt darauf schließen, daß man es hier mit einer Formel zu tun hat, die zwar unter gewissen Bedingungen gültig ist, daß sich aber in ihr nicht die gesamte komplizierte Erscheinung widerspiegelt. Auch über die nähere Bedeutung der Konstanten K und m sagt die Formel nichts aus.

¹⁾ Wo. Ostwald, Koll.-Zeitschr. 2, Suppl.-Heft II (1908).